Aus dem Anatomischen Institut der Greifswalder Universität
(Direktor: Professor Dr. Peter.)

Greifswald
Lane Medical Library
1928

Körperoberflächenmessungen an Mädchen

Über die Methoden der Körperoberflächenmessung und den Wert der üblichen Berechnungsmethoden

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT DER
GREIFSWALDER UNIVERSITÄT

vorgelegt von
Hildegard Biastoch
aus Stettin

1928

Buchdruckerei F. Brünnler Hamburg 24, Mühlendamm 38

Eingereicht im April 1928
Dekan: Professor Dr. Schönfeld
Referent: Professor Dr. Pfuhl
Korreferent: Professor Dr. Peter

Inhalt:

A. Zweck und Aufgabe.

B. Die bisher angewandten Messungs- und Berechnungsmethoden.

C. Eigene Messungen.

D. Kritik der Berechnungsmethoden.

E. Schlußsätze.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154012_0239

A. Zweck und Aufgabe.

Durch die Körperoberfläche wird ein großer Teil der bei den Verbrennungsprozessen im Körper produzierten Wärme abgegeben, die Kenntnis der Oberflächengröße ist deshalb für alle Untersuchungen über Stoff- und Energiewechsel von allergrößter Wichtigkeit. Da aus naheliegenden Gründen derartige Untersuchungen besonders häufig an Kindern gemacht werden, so müssen wir auch die Wachstumsveränderungen der Körperoberfläche genau kennen. Dieselbe nimmt absolut natürlich mit dem Alter zu, relativ aber, bezogen auf das Gewicht, wird sie immer kleiner.

Daß wir bisher noch keine sichere Kenntnis der Körperoberfläche besitzen, liegt an den großen Schwierigkeiten der Messung. Wie der folgende Abschnitt zeigen soll, sind zahlreiche Methoden für die direkte Messung angegeben worden. Alle sind sie sehr umständlich, mit Ausnahme der auch von mir benutzten Methode von Frontali (1927). Die meisten Autoren haben nur einzelne Messungen gemacht, die Umständlichkeit der Methode erlaubte keine größeren Untersuchungsreihen. Die Messungen wurden in der Regel an Knaben vorgenommen, für Mädchen liegen nur wenige Messungen vor, für ältere Mädchen überhaupt keine.

Die Schwierigkeit der direkten Messung gab immer wieder Anlaß, Formeln zu ersinnen, die die Berechnung der Körperoberfläche aus einfach zu nehmenden Maßen, wie Gewicht, Standhöhe, Brustumfang usw. ermöglichen sollen. Alle diese Formeln haben mindestens 2 Nachteile: erstens sind ihre Konstanten nur auf Grund weniger direkter Messungen berechnet worden, hängen also von der zufälligen Zusammensetzung dieses Materials ab, und zweitens werden die Formeln den Verschiedenheiten der Körperentwicklung, der Konstitution und Rasse nicht genügend gerecht. Jeder Autor, der eine neue Berechnungsmethode aufstellte, wies daraufhin, daß alle bisherigen Berechnungsmethoden sehr ungenau seien. Bei der kritischen Nachprüfung erging es seiner angeblich besseren Methode auch nicht anders.

Ich habe mir nun zum Ziel gesetzt, das ganze Problem der Körperoberflächenmessung systematisch noch einmal durchzuprüfen. In der vorliegenden Arbeit gebe ich zunächst eine Zusammenstellung der Literatur, werde dann über meine eigenen Messungen berichten

und an Hand derselben alle bisher angegebenen Berechnungsmethoden kritisch nachprüfen. Meine Messungen habe ich an Mädchen aller Altersstufen gemacht, habe damit die oben erwähnte Lücke ausgefüllt und verfüge über eine geschlossene Reihe, die eine gute Kritik der Berechnungsformeln gestattet. Nur auf die beiden ersten Lebensjahre habe ich verzichtet, da gerade für diese Zeit zahlreiche Messungen in der Literatur vorliegen. — Die anthropologische und physiologische Auswertung meiner Messungen muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

B. Die bisher angewandten Messungs- und Berechnungsmethoden.

Der erste, der versucht hat, die Körperoberflächenmaße festzustellen, war Krause (1844). Zur Bestimmung der Schweißsekretion hat er sich dieser Aufgabe unterzogen, ohne aber seine Messmethode anzugeben. Er nimmt die Körperoberfläche eines Erwachsenen zu 15 Pariser Quadratfuß = 1,584 qm an.

1851 hat Valentin die Hautoberfläche eines 3tägigen abnorm leichten Mädchens von 1,77 kg Gewicht und 0,44 m Länge bestimmt; sie betrug 0,1219 qm. Auf welchem Wege er zu diesem Resultat gelangte, ist nicht bekannt.

Funke hat 1858 als Erster in seinen Beiträgen zur Kenntnis der Schweißsekretion seine Methode der Körperoberflächenbestimmung angegeben. Er beklebte mit genau ausgemessenen Stücken (in Quadratzoll) aus gummiertem Papier die ganze eine Seite eines völlig normal gebauten männlichen Leichnams, sodaß keine Lücke freiblieb. Er vermied dabei möglichst das Übereinandergreifen oder die Faltung der Papierstücke, sowie Faltung oder Dehnung der Haut. Die einfache Zählung der auf die Oberfläche geklebten Quadratzolle von Papier ergab dann den Gesamtwert. Er führte nur eine Messung durch und kam auf $15\,^2/_3$ Pariser Quadratfuß (= 1,654 qm), eine Zahl, die der von Krause aufgestellten sehr nahe kam.

In seiner Physiologie des Kindesalters hat dann Vierordt 1877 von der Oberfläche gesprochen. Er sagt: „Da in der ersten Lebenszeit der Körper nach allen Dimensionen gleichmäßig wächst, so muß die Haut eines 50 cm langen Neugeborenen 0,15 Quadratmeter, also den 10. Teil des am Erwachsenen gefundenen Wertes betragen. Da über die Körperfläche älterer Kinder nichts bekannt

ist, zeichne ich, um wenigstens annähernde Vergleichswerte zu erhalten, die von Liharzik in demselben verjüngten Maßstab $\frac{(1)}{(4{,}46)}$ gegebenen Abbildungen der Körperform verschiedenaltriger Kinder auf ein gleichmäßig dickes Papier ab und bestimme durch Wägung der Papierflächen das Areal. Da die Oberflächen ähnlicher Körper sich wie die Quadrate ihrer homologen Dimensionen verhalten, so wurden die von Liharzik für die genannten Altersstufen angegebenen Körperlängen der Rechnung zugrunde gelegt." Vierordt erhielt folgende Werte:

Neugeborenes	0,146	qm
6 Monate	0,28	„
21 „	0,46	„
66 „	0,77	„
171 „	1,6	„

Als Fubini und Ronchi in Turin 1878 Versuche über die Perspiration der Kohlensäure beim Menschen machten, mußten sie Kenntnis der Körperoberflächenwerte haben. Das Funke'sche Verfahren war ihnen zu schwierig, und sie fanden unter Mitarbeit des Ingenieurs Abbati einen anderen Weg. Die ganze Oberfläche des Körpers, der sich in Ruhe befand, wurde durch scharf gezogene Linien nach den anatomischen Regionen eingeteilt. Der Flächenraum jeder Region wurde auf geometrischem Wege bestimmt. Die Maße nahmen sie mit Seidenschnürchen und Messband. Zur Kopfmessung wurde das Craniometer verwendet. Der Gesamtwert betrug bei einem lebenden Mann von 1,62 cm Größe und 50 kg Gewicht 1,60 qm.

Im Jahre 1879 erschien in der Zeitschrift für Biologie von K. Meeh ein Artikel über Oberflächenmessung des menschlichen Körpers. Er war zu den Messungen durch seinen Lehrer Vierordt angeregt worden. Die Funke'sche Methode wurde von Meeh bei einzelnen dazu geeigneten zylinderförmigen Körperteilen modifiziert, z. B. bei den Fingern, dem Penis, hier und da beim Unterarm, Oberarm, selten beim Oberschenkel und Unterschenkel. „Zunächst wurden von dem bekannten endlosen sogenannten Millimeterpapier, das in Quadratmillimeter geteilt ist, lange Streifen von 0,2 oder 0,5 oder 2 cm Breite geschnitten und in geeigneten Entfernungen der vom Anfang des Streifens an berechnete Flächeninhalt hingeschrieben. Der Streifen wurde nach Art einer chirurgischen Binde in Spiralform um das Glied gewickelt." Zur Prüfung seiner Messung benutzte Meeh einen Zylindermantel aus Eichen-

holz, der auch mit Papierstreifen umwickelt wurde. Zur Ausmessung der Oberfläche der nicht zylindrischen Körperteile benutzte er die Methode der Deckung mit Papierstücken, deren Flächeninhalt erst nachträglich geometrisch bestimmt wurde. Dieses geschah 1) mit dem Schätzquadrat, 2) auf geometrischem Wege durch Berechnung der mittleren Ordinate, 3) durch Wägung, 4) mit dem Planimeter von Amsler. Außerdem wurden noch besondere Linien mit dem Zentimetermaß gemessen. — Die oberen Extremitäten samt dem oberen Rumpfteil nahmen durchschnittlich ein Drittel der Gesamtoberfläche ein, wogegen der Kopf, Hals, unterer Rumpfteil und untere Extremitäten zwei Drittel betrugen. — An 16 männlichen Individuen verschiedener Altersklassen wurde die Messung vollzogen, und zwar immer nur an einer Körperseite. —

Nachdem sich Meeh durch diese direkten Messungen die nötigen Grundlagen verschafft hatte, suchte er nach einer Berechnungsmethode. Er bestimmte das spezifische Gewicht mit dem Volumeter von Vierordt und stellte eine gesetzmäßige Abhängigkeit der Körperoberfläche vom Gewicht (Volumen) fest. Auf Grund dieser Tatsache kam er zu der Formel

$$O = K \cdot \sqrt[3]{G^2}$$

wobei G das Gewicht und K eine Konstante ist, die bei Kindern 11,97, bei Erwachsenen 12,3 beträgt. —

Camerer (Tübingen 1896) benutzte die Meeh'sche Formel und schrieb sie, um die logarithmische Berechnung zu vereinfachen

$$O = 11{,}97 \cdot G^{0{,}667}$$

Er stellte eine Tabelle zur bequemeren Berechnung der Körperoberflächen auf.

Kurze Zeit später (1898) wurden an der Berliner Universitätskinderklinik unter Heubner Oberflächenbestimmungen von Stoeltzner und Miwa gemacht. Sie stellten fest, daß die Konstante bei Meeh nur annähernd konstant sein kann, da die Menschen nicht einander geometrisch ähnlich sind und ein verschiedenes spezifisches Gewicht haben. Sie meinten durch Einführung mehrerer Größen (Körperlänge und Brustumfang) würde die Konstante zuverlässiger. Sie stellten somit eine neue Formel auf:

$$O = k \cdot \frac{U \cdot P \cdot L}{\sqrt[6]{L^4 \cdot P^4 \cdot U^2}}$$

wobei k eine Konstante von dem Durchschnittswert 4,5335, L die Länge in cm, U der Brustumfang in cm und P das Gewicht in Gramm ist. — Diese Formel läßt sich, wie v. Pfaundler später zeigte, rechnerisch sehr vereinfachen und lautet dann

$$O = 4{,}5335 \sqrt[3]{P \cdot U^2 \cdot L}$$

Stoeltzner und Miwa prüften mit ihrer Formel die Messungen von Meeh nach. Eigene Messungen anzustellen waren sie verhindert.

2 Jahre darauf (1900) sprach Bouchard davon, daß das einfachste Verfahren, die Oberfläche zu messen, das sei, sie in geometrische Figuren zu zerlegen, und zwar in Dreiecke und Trapeze. Er selbst hat danach gearbeitet, gibt aber an, daß dieses Verfahren doch zu lange dauert. Eine neue Idee von ihm war die, den Körper mit einer Binde aus dünnem biegsamen, nicht dehnbarem Stoff von gleicher Dicke zu umkleiden oder auch mit Papier und alle Stücke des Materials zu wiegen. — Bouchard erwähnt auch noch zwei ältere Methoden: M. Bergonie umwickelte die eine Körperseite mit dünnen Silberpapierblättern und M. Roussy benutzte einen sehr sinnreichen Zylinder mit einem Zähler dran, den er über die ganze Oberfläche führte. Außerdem berichtet Bouchard, daß D'Arsonval die Oberfläche elektrisch maß. indem er den Menschen in seidene, enganliegende Hosen steckte und ihn lud, wie man eine Leydener Flasche ladet. Die Methode von Meeh greift Bouchard an, da sie zu ungenaue Werte ergibt, und stellt eine neue Formel auf aus den Maßen: Gewicht, Größe und Gürtelumfang. In seiner Abhandlung ist die Formel nicht erwähnt, aber Wörner führt sie an, der sie 1914 von Schwenkenbecher erfuhr. Sie lautete:

$$O = 0{,}45 \cdot C \cdot L + 7{,}7 \frac{L}{C} + 3{,}31 \cdot L \sqrt{\frac{G}{3{,}14 \cdot L}}$$

C = Gürtelumfang in Zentimetern; L = Länge in Dezimetern; G = Gewicht in Kilo; O = Oberfläche in Quadratdezimetern. *

Im Jahre 1903 erschien im Jahrbuch für Kinderheilkunde aus dem Kinderasyl der Stadt Berlin ein Artikel von Lissauer. „Über Oberflächenbestimmungen an Säuglingen und ihre Bedeutung für den Nahrungsbedarf". Er stellte an 12 Kindern Messungen, an, aber nur an Leichen, da sein Verfahren starke Abkühlung und Unterdrückung der Hautatmung erforderte. Mittels

* Wörner ist wohl in seiner Arbeit „Oberfläche des menschlichen Körpers" ein Irrtum unterlaufen, denn er schreibt, O wäre in qcm gemessen.

eines Dermatographen wurde die Oberfläche in bestimmte Regionen geteilt, jede Region mit Vaseline dünn eingerieben und dann mit einem Pinsel flüssiger Zinkleim aufgetragen. Hierauf wurde ein Stück sogenanntes Seidenpapier auf die bestrichene Stelle gedrückt, einen Augenblick darauf liegen gelassen und dann abgezogen; es haftete der Zinkleim auf dem Seidenpapier und gab einen genauen Abdruck der betreffenden Stelle. Als noch bessere Methode erschien Lissauer folgende: Eine Harzlösung mit Bismarckbraun vermischt wurde direkt auf die Haut aufgetragen; dann kam das Seidenpapier darauf und wurde abgezogen. Die Abdrücke wurden mit dem Schätzquadrat berechnet und die Harzreste mit Terpentin entfernt. Es wurde nur eine Körperhälfte gemessen. Eine Nachprüfung der Formeln von Meeh und Stoeltzner — Miwa ergab, daß die Oberflächen nach Meeh viel größer waren als nach der direkten Messung. Lissauer verbesserte die Konstante in 10,3 und kam damit zu annähernd genauen Oberflächenbestimmungen. Um zu einer neuen Formel zu gelangen, benutzte er die Relation zwischen Gewicht und Länge. Die Formel lautete:

$$O = 37 \frac{G}{L}$$

und die direkten Messungen wurden mit ihr nachgeprüft. — Zur Messung der Oberfläche beim Säugling erwähnt er noch folgende Methode: „Man kann beim Säugling die Oberfläche des Rumpfes als den Mantel eines Zylinders ansehen, dessen Kante die Länge darstellt, und dessen Umfang die mittlere Zahl zwischen Brust- und Bauchumfang ist. Es stellt nun aber der Rumpf den 2,5ten Teil der Gesamtoberfläche dar. Hieraus ergibt sich:

$$\text{Gesamtoberfläche } O = 2{,}5 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot K.$$

Lissauer hat dann noch die Verhältnisse der einzelnen Körperteile zur Gesamtoberfläche bestimmt und den Satz aufgestellt: je größer das Gewicht wird, umso kleiner wird im Verhältnis zu ihm die Oberfläche und umgekehrt. —

Eine geometrische Formel für die Oberflächenbestimmung, die sich von der Meeh'schen nur durch den Koeffizienten unterscheidet, stellte 1904 Maurel auf. Sie lautete:

$$O = 7{,}35 \cdot \sqrt[3]{P^2} \qquad (P = \text{Gewicht})$$

Lassablière verbesserte 1910 die Meeh'sche Formel in

$$O = 10{,}5 \sqrt[3]{P^2}$$

nachdem er direkte Messungen angestellt hatte. Er sagt darüber folgendes: Wir haben daran gedacht, Kinder von normalem Typ zu wählen, deren Gewicht und Größe aus den Wachstumstabellen genau bekannt sind. Wir haben es nach Prüfung der anderen Methoden vorgezogen, die Oberfläche in geometrische Abschnitte zu zerlegen, deren Bestimmung man mit einem Messband genau erhält. Wir haben uns dazu einen Apparat erdacht, dessen Prinzip das der „Intégrateurs de surface" ist. Dieser Apparat wird von einem Rad gebildet, das auf der zu messenden Oberfläche läuft und mit einem automatischen Zähler verbunden ist. der in Metern und Zentimetern den Weg des Rades angibt. Im Mittelpunkt des Zählers befindet sich eine Achse mit Gradeinteilung, auf der ein „curseur" mit einem Hautstift gleitet." — An der geometrischen Formel empfand Lassablière den Übelstand, daß nur das Gewicht berücksichtigt wurde. Daher dachte er daran, den Umfang und die Größe mit der Oberfläche in Beziehung zu setzen. Seine Formel lauteten:

$$\text{Oberfläche} = 2{,}3 \times \text{Brustumfang}^2$$
$$\text{Oberfläche} = 0{,}92 \times \text{Standhöhe}^2$$

Die Maße waren in cm gemessen.

In Amerika beschäftigten sich 1915 die Brüder Du Bois lebhaft mit der Bestimmung der Körperoberfläche. Sie wandten folgende direkte Meßmethode an: Die zu messende Person wurde in einen enganliegenden Anzug von dünnem Union-Unterzeug gekleidet, das den Körper, Arme und Beine bedeckte; Socken für die Füße, dünne baumwollene Handschuhe für die Hände, während über Kopf und Nacken ein Schnitt vom Bein aus gestricktem Unterzeug gelegt wurde. Auf diese Unterlage wurden Papierstreifen geklebt, bis die Körperform vervollständigt war. In den meisten Fällen wurden nur ein Arm und ein Bein gemessen. Auf die Handschuhe wurde flüssiges Paraffin gepinselt, es sog sich gut in die Baumwolle ein. Dann wurde die Form mit der Schere aufgeschnitten und die Innenseite des Zeuges in einer dünnen Lage mit geschmolzenem Paraffin bedeckt. Die einzelnen Regionen wurden dann in Stücke geschnitten, flach hingelegt und auf ein photographisches Druckgerüst übertragen. Der Abdruck wurde ausgeschnitten und bis $^1/_{10}$ mg gewogen. Die Haut zwischen den Zehen wurde durch Abzeichnen auf Papier gemessen, Penis und Scrotum geometrisch. — Die Brüder Du Bois stellten nach Messungen an 5 Personen eine neue geometrische Formel auf, „Linear Formula."

Ihre Methode ist im Prinzip ganz ähnlich der Methode von v. Pfaundler, die noch auf dieser Seite genauer beschrieben wird. Für jeden Abschnitt des Körpers wurde die Oberfläche bestimmt aus der Länge des Abschnittes, dem Durchmesser und einer Konstante, die auf Grund der direkten Messungen ermittelt worden war. Die Oberflächenabschnitte wurden dann addiert. 1916 haben die Brüder Du Bois dann noch eine Höhe-Gewichts-Formel aufgestellt.

$$A = W^{0,425} \times H^{0,725} \times 71,84$$

A = areal = Oberfläche
W = weight = Gewicht
H = height = Höhe.

Zur leichteren Anwendung ist eine Tabelle konstruiert worden, auf der man den ungefähr stimmenden Wert für die Oberfläche auf den ersten Blick finden kann. Ordinate = Höhe in cm, Abszisse = Gewicht in kg.

In der Münchener Kinderklinik wurden auf Anregung von v. Pfaundler Körperoberflächenmessungen von Kastner gemacht. Beide zusammen arbeiteten ein modifiziertes Deckverfahren aus, das an Kinderleichen erprobt wurde. Es war folgendermaßen:

1. Zur Bedeckung der Haut wurde ein schmiegsames doch wenig dehnbares klebendes Pflaster verwendet (Leukoplast).

2. Mit diesem Pflaster wurde die Körperoberfläche ohne jede Rücksicht auf die Überdeckung der Pflasterränder oder auf Faltenbildung beklebt.

3. Nach vollständiger Deckung der Haut mit Pflasterstreifen- und Flecken wurde die so geschaffene neue Oberfläche mit einem geeigneten Farbstoff (flüssige chinesische Tusche) bestrichen.

4. Die Pflasterstreifen wurden auf einer glatten Fläche (graue Pappe) ausgebreitet und die Oberfläche der gefärbten Partien wurde planimetriert mit dem Kompensationspolarplanimeter der Firma Conradi in Zürich.

Diese Methode lieferte nach Angabe von v. Pfaundler die weitaus genauesten Oberflächenwerte. Er meinte, daß sich dies Verfahren auch am lebenden Säugling anwenden ließe. — Er gibt dann noch eine andere Methode zur Berechnung der Körperoberfläche an, ausgehend von der Meinung, die Körperoberfläche setze sich aus geraden Zylinder- und Kegelstumpfmänteln zusammen. Die Fläche des Zylindermantels beträgt $f = s \cdot u$ (Seitenhöhe × Umfang). Dieselbe Formel besteht für den geraden Kreiskegel-

stumpfmantel: s = Mantelseitenhöhe und u = Umfang in der Stumpfmitte. Die Messung geht wie folgt vor sich:

„Es werden zur Abgrenzung der einzelnen Körperregionen zunächst mit dem Dermatographen markiert: Die Linie des Handgelenks, des Sprunggelenks, des Ellbogen-, Knie-, Schulter- und Hüftgelenks, die obere und untere Halsgrenzkontur und die Umfangshorizontale in der Höhe des Schwertfortsatzes und zwar vom geometrischen Standpunkt aus derart, daß der Körper dadurch möglichst in besagte Zylinder oder Kegelstumpfformen zerlegt wird. Dann werden mit dünnem Messband folgende Maßpaare erhoben:

1. Länge des 2.—5. Fingers (summiert) und mittlerer Umfang des 4. Fingers.
2. Länge und mittlerer Umfang des Daumens.
3. „ „ „ „ der Mittelhand knapp oberhalb des Daumenansatzes.
4. Länge und mittlerer Umfang des Unterarmes.
5. „ „ „ „ „ Oberarmes.
6. Länge und mittlerer Umfang der 2.—5. Zehe (summiert) und mittlerer Umfang der 4. Zehe.
7. Länge und mittlerer Umfang der großen Zehe.
8. „ „ „ „ des Mittelfußes.
9. „ „ „ „ des Unterschenkels.
10. „ „ „ „ des Oberschenkels.
11. „ „ „ „ des Unterleibes.
12. „ „ „ „ des Brustkorbes (mamillärer
13. „ „ „ „ des Penis [Umfang
14. „ „ „ „ des Scrotums (dieses als Zy-
15. Höhe und Umfang in der Mitte des Halses. [linder gedacht.
16. Höhe und mittlere Breite des äußeren Ohres (dieses rechteckig gedacht.)
17. Horizontaler Stirnumfang, Nacken-, Stirnumfang und Kinn-Hinterhauptsumfang des Schädels.

Die Schädeloberfläche wird als Kugeloberfläche ausgewertet, wobei eine Kugel angenommen wird, deren größter Umfang dem arithmetischen Mittel zwischen den drei Schädelumfängen entspricht. Die Berechnung der Körperoberfläche gestaltet sich sehr einfach, da nur die Glieder jedes der 16 Maßpaare untereinander zu multiplizieren und diese Produkte zu summieren sind. Dazu kommt

als Schädeloberflächenmaß der Wert $\frac{u^2}{\pi}$, wobei u das arithmetische Mittel der drei erhobenen Umfänge ist."

Diese Methode der Berechnung der Körperoberfläche wurde an den Fällen geübt, die direkt mit dem modifizierten Deckverfahren gemessen waren. Der Vergleich ergab, daß die errechneten Werte etwas niedriger waren als die direkt ermittelten.

1920 erschien im Zentralblatt für die ges. Kinderheilkunde ein Referat von Edelstein, in dem er sich unter anderem die Frage vorlegt: „Ist eine genaue Abgrenzung und Bestimmung der Körperoberfläche möglich?" Nachdem er die direkten Messungen und die rechnerischen Ermittelungen gestreift hat, sagt er zum Schluß: „Im Gegensatz zum Körpergewicht und zur Körperlänge ist die Körperoberfläche in der Physiologie kein objektiver sondern ein konventioneller Begriff und ist daher weder durch Messung zu limitieren noch objektiv zu berechnen."

Die Amerikaner Benedict und Talbot (1921) machten viele Messungen von verschiedenen Teilen des Körpers, angeregt durch die ‚Linear Formula' von den Brüdern Du Bois. Sie erklärten sich für alle die Fälle, wo die Kinder unter oder über 2 Jahre alt sind, aber nicht über 6,27 kg wiegen, einverstanden mit der Formel, da das Alter keine Rolle spielt. 14 Knaben und 19 Mädchen von unter 6,27 kg Gewicht wurden von ihnen nach der ‚Linear Formula' und nach der Formel von Meeh berechnet. Da die Konstante K der Lissauer'schen Formel von dem Gewicht der Kinder abhängig ist, schlagen sie vor, für bestimmte Gewichte bestimmte Konstanten aufzustellen.

Knaben.

Körpergewicht ohne Kleider	Konstante.
Bis zu 6 kg	10,0
6 bis 15 kg	10,6
15 „ 25 kg	11,2
25 „ 40 kg	11,5

Mädchen.

Körpergewicht ohne Kleider	Konstante.
Bis zu 6 kg	10,1
6 bis 10 kg	10,6
10 „ 20 kg	10,8
20 „ 40 kg	11,1

1921 erschien die Deutsche Ausgabe von Gundobin „Die Besonderheiten des Kindesalters". Er betont darin die Wichtigkeit der Kenntnis der Körperoberfläche wegen der Wärmeabgabe und erwähnt Valentin, Meeh, Lissauer und Sytscheff, die sich mit der Körperoberflächenbestimmung befaßt haben. Sytscheff umwickelte den Körper mit Papier und wog es dann. Er kam zu der Formel $x = \frac{a \cdot \beta}{b}$, wobei x die unbekannte Körperoberfläche ist, während a ein bestimmter Flächenraum des Papiers, b das Gewicht desselben ist, und ferner das Gewicht der verwendeten Papiermenge bekannt ist. –

Die Höhe-Gewichts-Formel von den beiden Du Bois ist von den Engländern Feldmann und Umanski empfohlen worden. Sie machten noch den neuen Vorschlag, zur Ausrechnung dieser Formel die Methode der Nomographie zu benutzen. Wegen der Anwendung dieser Methode muß ich auf das Original verweisen.

Zu Anfang des Jahres 1914 begann Wörner, angeregt durch Schwenkenbecher, eine neue Methode der Oberflächenmessung auszuarbeiten. Er hat nach eigener Angabe von den älteren Methoden manches Brauchbare angenommen, geht aber doch in technischer Hinsicht einen neuen Weg. Sein Prinzip war, ein möglichst genaues Negativmodell von der Körperoberfläche zu bekommen, und er erreichte es mit dem Patentabformungsapparat Appollo, den er bei einem Herrenschneider entdeckte. Mit Hilfe dieses Apparates wurden gummierte dünne Papierstreifen über ein Mullhemd auf die Oberfläche geklebt. An den Gliedmaßen wurden Kreppbinden als Unterlage, am Kopf eine Mullmaske genommen. Die Finger und Zehen wurden unmittelbar beklebt. Nach wenigen Minuten entstand eine steife Schicht die eine genaue Abformung des Körpers gab. Sie wurde mit der Verbandschere aufgeschnitten. Das Modell wurde dann in kleine Stücke geschnitten und die konkave Seite auf gutes dickes Zeichenpapier mit hartem Bleistift übertragen, ausgeschnitten und auf der analytischen Wage gewogen. An 17 Personen im Alter von 5 — 50 Jahren hat Wörner 19 Bestimmungen ausgeführt und ist zu dem Ergebnis gekommen, daß in den Entwicklungsjahren ein gewisser Parallelismus im Längen-, Gewichts- und Oberflächenwachstum besteht. „Bei den jüngeren und kleineren Individuen verlaufen Oberfläche und Gewicht nahezu gleichsinnig, die Länge erhebt sich über die beiden anderen Linien und hält bis zum vollendeten Wachstum einen fast gleichen Abstand,

während das Gewicht bei den größeren Jugendlichen zurückbleibt. Die Oberfläche scheint somit in der Wachstumsperiode vorwiegend von der Körperlänge abhängig zu sein." Eine gesetzmäßige Beziehung der Oberfläche zu Gewicht und Länge läßt sich nach Wörners Meinung nicht finden. Er hat dann noch eine Tabelle aufgestellt, wo die einzelnen Körperregionen in ihrem Prozentverhältnis zur Gesamtoberfläche angegeben sind. Wörner geht dann auf die bisherigen geometrischen Formeln ein, gibt die von Bouchard an und erwähnt auch eine Formel y 0,483 x + 730 (Y - Oberfläche in qcm, x Gewicht in g), die von Howland-Dana aufgestellt ist. Das Original habe ich leider trotz vieler Bemühungen nicht bekommen können. Die Formel soll nach Angabe des Autors nur für Säuglinge verwendbar sein. — Wörner gibt nun eine ähnliche Berechnungsmethode an, wie wir sie von v. Pfaundler und Kastner gehört haben, ohne von deren Arbeit vorher etwas gewußt zu haben. Den Kopf denkt er sich als Kugel, Rumpf und Extremitäten als Kegelstümpfe. Die Oberflächen der einzelnen Körperteile werden als Kegelstumpfmäntel berechnet. Die Oberfläche des Kegelstumpfmantels hat die Formel: O (c + c') $\frac{s}{2}$ wobei s die Mantellinie und c und c' die Umfänge der Begrenzungsflächen sind. Für Kopf und Hals fand er empirisch die Formel O 4 D^2. D ist der Durchschnittsdurchmesser, den man aus dem größten bitemporalen, frontooccipitalen und Scheitel-Submentalen Durchmesser findet. Die Messung der anderen Körperteile geschieht folgendermaßen: „Die Arme werden wagerecht ausgestreckt und der Umfang der Begrenzungsflächen des Kegelstumpfes mittels Bandmaß gemessen, die Zahl der Zentimeter in die Formel eingesetzt; c ist dicht am Rumpf, zum Teil noch über dem Deltoideus gemessen, c' an der dünnsten Stelle des Vorderarmes oberhalb des Handgelenks. Die Mantellinie s (a) wird bestimmt durch ein biegsames Stahlbandmaß von der angezeichneten Linie c bis zur Spitze des 3 Fingers. Die Finger werden nicht einzeln berechnet. Der Rumpf wird in zwei Kegelstümpfe zerlegt: I. c über die Brust gemessen dicht unter den horizontal ausgestreckten Armen im Inspirium, c' ist das Gürtelmaß (Taillenumfang) in der gleichen Atmungsphase. Mantellinie s (r I) von der Gürtellinie bis zur Vertebra prominens. II. c bei geschlossenen Beinen über den größten Umfang der Hüfte, c' wieder Gürtellinie, Mantellinie s (r II) von der Glutäalfalte zur Gürtellinie. Beine (bis Knöchel ohne Fuß) c dicht unter

der Glutäalfalte bei geschlossenen Beinen, c' dünnste Stelle über dem Knöchel: s (b) von Linie c bis zur Erde. Fuß: c dicht unter dem Knöchel, c' über den Fußrücken, s (f) — Fußlänge an der Sohle gemessen, von der Ferse bis Zehenspitze. Die Summe der Teiloberflächen ergibt die Gesamtoberfläche."

Die 17 Fälle, die mit dem Deckverfahren gemessen waren, wurde auch auf diese Weise berechnet. Die berechneten und gemessenen Oberflächen stimmten befriedigend überein, wogegen die Vierordt -- Meeh'sche Formel viel zu hohe Werte ergab.

Robert Faillie berichtete 1924 über Messungen der Körperoberfläche von Männern und Frauen. Er faßte die bisherigen Bestimmungsmethoden nach Art ihrer Ausführung übersichtlich zusammen und erwähnte unter anderen die von Roussy ausführlicher, der Figuren auf die Haut zog und sie mit zwei kleinen Rädern, die an einer Achse standen und einen drehbaren Zähler trugen, nachmaß. Die Zahl der Umdrehungen der Räder war proportional der Oberfläche, die sie abgefahren hatten. Diese Methode hielt Faillie für sehr genau. Er ging dann sehr ausführlich auf Bouchards Formel ein und berichtete, daß Bouchard sehr genau trigonometrische Messungen angestellt hatte und fälschlicherweise von den Brüdern Du Bois behauptet wurde, seine Methode wäre zu kompliziert. Faillie beabsichtigte klarzumachen, daß Bouchard's Formel leicht gebraucht werden könnte, wenn man den von Broca dafür konstruierten „abacus" oder „graph" benutzte. Als Abszissse ist der Taillenumfang in Zentimetern angegeben, als Ordinate der Quotient $\frac{P}{H}$ (P = Gewicht, H = Höhe.) —

Die letzte Arbeit über direkte Messungen der Körperoberfläche beim Kinde ist von dem Italiener Frontali herausgekommen. Im ersten allgemeinen Teil gibt der Verfasser einen kritischen Bericht über die Bestimmungsmethoden und das Rubner'sche Oberflächengesetzt. Er stellt fest, daß viel zu wenig direkte Messungen gemacht worden sind. Im 2. Teil beschreibt er seine direkte Messung mit einem Apparat nach Bordier. Von Bordier selbst ist darüber nichts bekannt. Dieser Apparat besteht aus einem doppelten „curvimetro"; dieses hat 2 Räder mit je einem Durchmesser von 53 mm, die in einem Abstand von 3 cm an einer Achse befestigt sind. Sie streifen an einem Farbband vorbei und zeichnen bei der Umdrehung die Grenzen der zurückgelegten Strecke. Bei einer Umdrehung schließen die beiden

Räder eine Fläche von 50 qcm ein. Die Anzahl der Umdrehungen und die zurückgelegte Oberfläche werden automatisch registriert. Es werden bei der Methode mit dem Dermatographen senkrechte Linien gezogen und senkrecht dazu mit dem Apparat die Streifen durchlaufen. Bei symmetrisch gebauten Personen wurde nur eine Körperhälfte gemessen; es dauerte bei Kindern 20 Minuten, bei Säuglingen 15 — 20 Minuten. Zur Kontrolle maß Frontali mit der Silberpapierdeckmethode nach. 33 Kinder, 17 Knaben und 16 Mädchen im Alter von 24 Tagen bis zu 12 Jahren wurden nach dieser direkten Methode gemessen und die Oberflächen auch nach den Formeln von Meeh, Lissauer und Du Bois berechnet. Frontali kommt zu dem Schluß, daß bei Gleichheit der Größe die Oberflächen durchaus nicht im Verhältnis mit dem Gewicht wachsen. Am besten ist darum die direkte Methode.

C. Eigene Messungen.

Angeregt durch Professor Pfuhl am Anatomischen Institut zu Greifswald habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, die Körperoberfläche von Mädchen direkt zu bestimmen. Der erste Weg sollte ähnlich dem von den Brüdern Du Bois angegebenen sein. Ein $7\frac{1}{2}$ jähriges Mädchen wurde mit einem enganliegenden Trikotunterzeug bekleidet, das noch die Hälfte der Oberschenkel bedeckte und Ärmel hatte, die bis über den Ellbogen reichten. An die Füße bekam das Kind Socken, an die Hände baumwollene Handschuhe. Über den Kopf wurde ein Seidentrikot-Zipfelmütze so weit heruntergezogen, daß sie bis unters Kinn reichte. Alle durch diese Bekleidung noch nicht bedeckten Körperstellen wurden mit Mullbinden bewickelt. Über diese Unterlage wurden nun ungefähr 5 cm breite Streifen eines leimundurchlässigen Papiers mit Gummiarabikum geklebt. Am Kopf wurden die Streifen etwas schmaler gewählt. Das Kind durfte sich nicht bewegen und wurde beim Stehen von hinten unter den horizontal gehaltenen Armen, die im Ellbogengelenk etwas gebeugt waren, unterstützt. Sehr schnell trocknete der Leim und gab mit dem Trikotzeug einen festen Panzer, der sich leicht seitlich aufschneiden und abheben ließ. Da das Kind nicht länger stehen konnte, begnügte ich mich am ersten Tag mit Rumpf-, Arm- und Beindeckung. Am zweiten Tage wurde der Kopf beklebt, natürlich nach sorgfältiger Abgrenzung gegen den schon am ersten Tag beklebten Halsteil. Die Gesichtsmaske wurde sehr genau.

Die baumwollenen Handschuhe wurden mit flüssigem Paraffin bepinselt und nach Trocknung aufgeschnitten, sodaß die Fingerformen gut herauskamen. Dann wurde das ganze Körpermodell in kleine Stücke geschnitten, sodaß jedes auf festem Zeichenpapier-Plan ausgebreitet werden konnte, und zwar mit der konkaven Seite nach unten. Die Begrenzung jeden Stücks wurde mit einem Bleistift auf dem Zeichenpapier umfahren und dann ausgeschnitten. Der ganze Bogen Zeichenpapier betrug 7446 qcm und wog 223,380 g; 10 qcm wogen 300 mg. Die einzelnen Körperteile wurden als Zeichenpapierstücke auf der Apothekerwage gewogen, ebenfalls der Rest von jedem großen Bogen zur Kontrolle. Der Fehler betrug 2,3 g. Das Gesamtresultat betrug für das $7\,^1/_2$ jährige Mädchen 8147 qcm Oberfläche.

Die Schwierigkeiten bei diesem Verfahren waren sehr groß. Erstens wurde die Messung durch das Trikotunterzeug kostspielig da man altes, dem Kinde gehöriges nicht verwenden kann, weil es nicht fest genug anschließt. Leim, Zeichenpapier und das Papier zum Bekleben kamen dazu, sodaß sich die Messung auf 12 Mk. belief. Zweitens — und das war der Hauptgrund, diese Methode nicht weiter anzuwenden — konnte man einem Kinde nicht zumuten, solange unbeweglich zu stehen, da es sehr anstrengend ist. Dieses $7\,^1/_2$ jährige Mädchen war mir jahrelang bekannt und sehr brav. Trotz guten Willens wurde es nach $1\,^1/_2$ Stunden blaß und sank zusammen, sodaß man nur mit Mühe das Platzen des Panzers verhindern konnte.

Nach den Schwierigkeiten dieser Messmethode sah ich mich genötigt, einen anderen Weg einzuschlagen. Durch Prof. Pfuhl's Vermittlung bekam ich einen photographischen Abklatsch der oben erwähnten Arbeit des Italieners Frontali und wurde durch ihn zu meiner endgültigen Meßmethode angeregt. Nach der Beschreibung seines Apparates ließ ich mir einen ähnlichen anfertigen. Er besteht aus 2 Messingrädern von je 53 mm Durchmesser, die im Abstand von 3 cm an einer Achse befestigt sind und bei einer Umdrehung 50 qm zwischen sich einschließen. An einer zweiten Achse sind 2 kleine Filzrädchen von vielleicht $1\,^1/_2$ cm Durchmesser angebracht, in die sich die beiden größeren Räder mit ihren gerifften Rändern eingraben. Mittels einer Spiralfeder wird die Achse der kleinen Räder der der großen genähert, sodaß sich die großen Räder bei ihrer freien Umdrehung doch dauernd in die Filzrädchen eingraben. Letztere habe ich vor jeder Messung mit Stempeltusche

getränkt, sodaß die großen Räder schwarze Streifen bei der Umdrehung hinterließen. Zur guten Handhabung des Apparates war ein Hartgummistiel an der Achse der großen Räder angebracht worden. Um die Zahl der Umdrehungen kontrollieren zu können wurde an die Innenfläche eines der beiden großen Räder ein kleiner Messingklotz angebracht. Dieser griff bei jeder Umdrehung in die Zacke eines kleinen Rades von dieser Form , sodaß er dieses kleine Rad jedesmal um eine Zacke weiterschob. Die Zacken waren mit 1–5 nummeriert. Ich zählte zur Erleichterung nur jede 5. Umdrehung, dann waren also 250 qm auf der Oberfläche durchlaufen. Noch eine zweite Vorrichtung mußte getroffen werden. Wenn bei der Messung das Radpaar nicht gerade nach einer ganzen Umdrehung angehalten wurde, sondern vorher, mußte man berechnen können, wieviel qcm die Räder nun in sich einschlossen. Zu diesem Zweck ließ ich eins der großen Räder in 360^0 teilen, d. h. es waren nur 45°, 90°, 135° usw. durch Striche angegeben. Bei Beginn jeder Messung wurden die Räder so auf die Hautoberfläche gesetzt, daß der kleine Messingklotz gerade zwischen 2 Zacken und einer der 90 Gradstriche senkrecht auf der Haut stand. — Wie genau der Apparat arbeitete, hatte ich vorher auf einem Bogen Papier ausprobiert. Der Abstand der Streifen betrug genau 3 cm, und der Fehler beim Abradeln des ganzen Bogens, dessen Oberfläche ich vorher mit dem Messband ausgerechnet hatte, + 33 qcm bei 810 qcm Gesamtoberfläche, also 4,07%. — Mit diesem Apparat habe ich zunächst das $7^1/_2$jährige Kind gemessen, dessen Oberfläche ich schon mit dem Deckverfahren festgestellt hatte. Ich verfuhr folgendermaßen: vorn zog ich mir von der Stirn bis zur Symphyse eine Mittellinie, hinten vom Proc. vertebrae prominens bis zu den Nates. Das Abradeln begann an der Hand mit zusammengehaltenen Fingern in Zirkeltouren bis zur Schulter herauf. Über den Kopf wurde, da wo er von Haaren bedeckt war, eine weiße Haube von dünnem Stoff gezogen, auf der man gut entlangfahren konnte. Der Fehler in der Messung infolge der Haardichte wurde durch das Minus bei der Gesichtsmessung infolge der Einbuchtung am Auge und der Nase wieder gut gemacht. Bei diesem $7^1/_2$jährigen Mädchen habe ich den ganzen Körper mit Zirkeltouren umfahren. Die Stellen, wo man nicht einen Streifen an den andern setzen kann, und die Flächen zwischen den Fingern und Zehen wurden auf Pergamentpapier gezeichnet, auf Zeichenpapier übertragen, darin ausgeschnitten und gewogen. Es sind aber nur

wenige Quadratzentimeter, die auf diese Weise herauskommen, und wenn man sich die Zeit und Mühe sparen will, entsteht dadurch kein allzu großer Fehler. Das Resultat dieser Apparat-Messung ergab 7853,8 qcm, also einen Unterschied von — 293,2 qcm = — 3,7 %, der auch leicht erklärlich ist; denn durch das Umzeichnen auf Zeichenpapier beim Deckverfahren und durch das Wiegen entstehen doch Ungenauigkeiten.

Außer diesem $7\frac{1}{2}$ jährigen Mädchen habe ich noch 30 Kinder im Alter von $2\frac{3}{4}$ bis 17 Jahren nach dieser Methode gemessen, und zwar nur eine Körperhälfte, da die Kinder alle symmetrisch gebaut waren. Bei den älteren Mädchen machte das Abradeln geringere Mühe, da sie durch langsame Drehung um die eigene Achse die Arbeit erleichterten. Sowie ich Ermüdung bei den Kindern bemerkte, ließ ich sie einen Augenblick sich hinlegen; bei dem Deckverfahren war dies unmöglich, da bei der leisesten Bewegung der Panzer zu platzen drohte, oft schon bei stärkerer Atmung. Die Entfernung der Stempeltusche war mit Seife und warmem Wasser nicht schwierig. Auch wurden die Kinder selten ungeduldig, da es ihnen Spaß machte, sich wie ein Zebra aussehend zu finden. Bei den kleinsten Mädchen standen mir die Mütter hilfreich zur Seite zur Überwindung der anfänglichen Schüchternheit. — Die ganze Art der Messung erfordert sehr genaues Aufpassen beim Aufsetzen der Räder und Zählen der Umdrehungen.

Bei sämtlichen 31 Mädchen wurden außerdem das Gewicht und die Größe genau bestimmt; ebenfalls nahm ich mit einem Stahlbandmaß die Masse nach v. Pfaundler-Kastner und Wörner. Dann wurden die Oberflächen aller Kinder nach folgenden Formeln berechnet:

Vierordt-Meeh $O = 11{,}97 \cdot \sqrt[3]{P^2}$; Lissauer $O = 10{,}3 \cdot \sqrt[3]{P^2}$;

Maurel $O = 7{,}35 \cdot \sqrt[3]{P^2}$; Lassablière $O = 10{,}5 \cdot \sqrt[3]{P^2}$;

Stoeltzner und Miwa $O = 4{,}5335 \sqrt[3]{P \cdot U^2 \cdot L}$;

Bouchard $O = 0{,}45 \cdot C \cdot L + 7{,}7 \cdot \frac{P}{C} + 3{,}31 \cdot L \cdot \sqrt{\frac{P}{3{,}14\ L}}$;

Du Bois $O = P^{0{,}425} \cdot x\ L^{0{,}725} \cdot x\ 71{,}84$.

Zum Schluß erfolgte die Berechnung nach v. Pfaundler-Kastner und Wörner.

Die Resultate aller 11 Berechnungen und Messungen sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Zusammenstellung der

Stand des Vaters:	Fall	Name	Alter Jahr u. Monat	Nackt-gewicht in kg	Länge in cm	V 0 –
Zahnarzt	1.	B. Gör.	2.8 ½	16.5	99.9	
Universitätsprofessor	2.	G. Reink.	2.9	18 5	97.7	
Universitätsdozent	3.	M. Somm.	4 ½	16.6	105.5	
Arbeiter	4.	I. Bül.	4.1 ½	15	99.6	
Regierungsrat	5.	A. v. Zan.	4.2	16.8	104.5	
Universitätsprofessor	6.	Ch. Pet.	4.3	18.9	107	
Zahnarzt	7.	Sab. Gör.	5.8	21.9	120	
Universitätsprofessor	8.	Birg. Rie.	5.10	19.6	115.3	
Schneider	9.	I. Grub.	6.7 ½	20.9	111.4	
Nervenarzt	10.	E. Frank.	7.7	25.35	125.6	
Tischlermeister	11.	G. Elf.	9.3	25.5	124 6	
Maler	12	L. Christ.	9.3 ½	34.7	130.9	
Lehrer	13.	A. Bu.	9 5	25.1	126.7	
Zuschneider	14.	G. Gier.	10.8	35.6	134.7	
Arbeiter	15.	D. Küs.	11 ½	28.6	132 9	
„ „	16	I. Petersd.	11.1	32.4	133.8	
„ „	17.	K. Rohd.	11.2	36.2	135.6	
„ „	18.	D. Ronne.	11.10	36.95	139.6	
Maschinist	19.	Th. Som.	12 ½	33.225	142.6	
Zuschneider	20.	L. Träd.	12.4	31.1	135.8	
Arbeiter	21.	G. Petersd.	12.5	36.4	149.4	
Sekretär	22.	D. Pora.	12.9	37	145.1	
Schneider	23.	H. Hertzf.	12.11	41.5	148.1	
Arbeiter	24.	E. Spei.	13.2 ½	33.1	138.7	
Studienrat	25.	I. Fred.	13.3	64.2	162.3	
Ingenieur	26.	H. Krau.	15.1 ½	58	167.1	
Mittlerer Beamter	27.	H. Tehes.	15.9	46	158	
Institutsdiener	28.	U. Ladw.	15.10	40.7	152.1	
Universitätsprofessor	29.	M Kling.	16 3	58.2	158.1	
Schneider	30.	E. Erd.	16.4 ½	61.2	153.1	
Architekt	31.	H. Dan.	17.2	60 4	159.4	

Tabelle I.

gebnisse der verschiedenen Berechnungs-

dt- n $\sqrt{P^2}$ n	Vierordt-Mech u Constante von Lissauer $O = 10{,}3 \sqrt[3]{P^2}$ in qm	Maurel $O = 7{,}35 \sqrt[3]{P^2}$ in qcm	Lassablière $O = 10{,}5 \sqrt[3]{P^2}$ in qcm	Stoeltzner und Miwa in qcm	Lissauer $O = 37 \frac{P}{L}$ in qcm	Bouchard in qcm	D D C F
.8	6675.6	4763.7	6805	7838 8	6111	7176.5	
	7205	5141	7345	8083	7006	7532	
.3	6702.7	4783	6832.8	7613	5821.9	7412 2	
	6265	4470	6386	7266	5572	6840	
.7	6756 3	4821.2	6887.5	7861.8	5949.3	7366.6	
	7308	5215	7450	8130	6535	7959	
	8062	5753	8219	9320	6752	9063	
.6	7487.7	5343.1	7633	9016.4	6289.7	8408.3	
	7815.2	5577	7967	8690.2	6942	8531	
	8388.4	6342.7	9060.8	9774	7467.8	9983.2	
	8923.4	6368	9096	10451	7572	9995.9	
	10958	7819	11170	12870	9808	11937.6	1
	8829 2	6300.8	9001.2	10376	7329.8	9989	
	11146	7994	11360	13790	9779	12250	1
	9628.3	6874	9820	11202	7962	10944.8	1
	10961	7470	10670	12560	8960	11680.2	1
	11272	8043	11490	13310	9877	12430.2	1
	11426	8154	11650	13024	9793	12744.2	1
	10645	7596	10850	12995	8621	12206.7	1
	10186	7269	10384	12113	8473	11520.8	1
.5	11313	8073	11530	14186	9015	13051.7	1
	11436	8161	11660	13069	9435	12964.1	1
	12346	8810	12580	14960	10360	14087.5	1
	10619	7577	10820	12870	8830	11979.3	1
	16514	11790	16835	19560	14977	17922.6	1
	15433	11013	15733	18980	12842	17467	1
	13220	9436	13480	16505	10770	15080	1
	12187	8696.6	12424	15197	9900,5	13930 9	1
	15468	11038	15769	18566	13620	16962.2	1
	16000	11414	16306	19760	14790	17154.5	1
	15860	11315	16164	19655	14020	17379	1

ind Meßmethoden.

	v.Pfaundler in qcm	Wörner in qcm	Eigene Messung in qcm	Besondere Bemerkungen:
3	7408.59	7285 9	6005	sehr kräftig
	6371.7	7025.19	6180	gutes Fettpolster
6	7295 36	7157.33	5612	zart und mittelgroß
	6488.69	6633.63	5370	zierlich gebaut
2	7106.57	6534.35	6210	kräftig
	7414.91	7762.71	6573	groß und zart
	8888.23	9121.79	6920	gr. u. kräftig mäß. Fettpolst
.8	8594.46	8104.26	6650	sehr schmal
4	8373.18	8241.94	6725	klein, untersetzt
	9249.21	10289.64	7853 8	groß und schlank
	9406.24	8371.54	7705	gutes Fettpolster, klein
	10891 28	11820.06	10305	auff. kräft., reichl. Fettpolst.
	10473 62	9802.6	7867 6	mittelgroß, schlank
)	12388 36	12504 53	10987.6	sehr kräftig, klein
3	9594.76	10362.56	9009.4	klein und zart
5	11906.2	11513 98	9081 1	klein und kräftig
7	11690 8	12238.81	12246 5	mittelgroß, kräftig
5	14357.7	12582.95	10965.3	schlank
7	11424.49	12015.51	9450.5	klein und schmal
3	11567.71	11060 06	9740.5	klein und schmal
1	12995.7	12895.44	9766	groß und schlank
4	12348.76	12717 02	9340	groß und schlank
3	13151.02	13219.84	10894.1	groß und dünn
8	11552.02	11520.04	10502.9	klein, mittelkräftig
0	17842 8	18010.82	14520	groß, auffallend kräftig
0	17677.22	17554 5	13166	groß und schlank
0	15372 04	15696.37	11990	mittelgroß und schlank
8	14544 78	13566.88	11956	klein und mittelkräftig
4	16780.26	16698.48	13520	mittelgr., s. kräft., breit-
0	16710 58	16053.34	15206	klein und dick [schultrig
0	16269.74	17500.35	14860	groß und mittelkräftig

D. Kritik der Berechnungsmethoden.

Um die verschiedenen Berechnungsmethoden besser mit den durch direkte Messung von mir ermittelten wirklichen Oberflächenwerten vergleichen zu können, habe ich in Tabelle 2 die Abweichungen nach ihrer absoluten Größe und in Tabelle 3 nach ihrer relativen Größe, bezogen auf die wirkliche Oberfläche, zusammengestellt. Alter, Gewicht und Körpergröße wurden in beiden Tabellen wiederholt, da der Geübte aus diesen Zahlen sich ein ungefähres Bild von der Konstitution machen und so den einzelnen Fall besser beurteilen kann. Schließlich wurde in Tabelle 4 zur besseren Übersichtlichkeit die Variationsbreite und der mittlere Wert der relativen Abweichung für jede der 10 geprüften Berechnungsmethoden zusammengestellt. Ich hatte auch versucht, die Oberflächenwerte und die Werte der relativen Abweichung in Kurven darzustellen, doch wurden diese Kurvenabbildungen durch das häufige Überschneiden der Linien derartig unübersichtlich, daß sie ihren Zweck nicht erfüllten und fortgelassen werden mußten. Ich glaube auch, daß die Tabellen in ausreichender Weise ein Bild vom Wert der Berechnungsmethoden geben.

Die Aufgabe der Berechnungsmethoden sollte die sein, die komplizierte direkte Messung zu umgehen und aus einfach zu nehmenden Massen eine möglichst genaue Berechnung der Körperoberfläche möglich zu machen. Ein Blick auf meine Tabellen genügt, um festzustellen, daß die Mehrzahl der Methoden dieser Aufgabe nicht gerecht wird. Eine Methode, welche in der Mehrzahl der Fälle oder wenigstens sehr häufig mit Fehlern von mehr als 20% arbeitet, ist praktisch nicht brauchbar. Bn dieser Beurteilung kann auch der Umstand nichts ändern, daß in Einzelfällen die Berechnungsresultate ziemlich genau sind. Die weitaus besten Resultate erhielt ich mit der Formel von Lissauer.

Abweichung der verschiedenen Berechnungs-

Tabelle 2.

Fall	Alter in Jahr u. Monat	Nackt-gewicht in kg	Länge in cm	Vierordt-Meeh in qcm	Meeh und Constante von Lissauer in qcm	Maurel in qcm	Lassablière in qcm
1	2,8 1/2	16,5	99,9	+ 1752,8	+ 670,6	— 1241,3	+ 800
2	2,9	18,5	97,7	„ 2193	„ 1025	— 1039	„ 1165
3	4,1/2	16,6	105,5	„ 2177	„ 1090,7	— 829	„ 1220,8
4	4,1 1/2	15	99,6	„ 1910	„ 895	— 900	„ 1016
5	4,2	16,8	104,5	„ 1641,7	„ 546,3	— 1388,8	„ 677,5
6	4,3	18,9	107	„ 1920	„ 735	— 1358	„ 877
7	5,8	21,9	120	„ 2450	„ 1142	— 1167	„ 1299
8	5,10	19,6	115,3	„ 2051,6	„ 837,7	— 1306,9	„ 983
9	6,7 1/2	20,9	111,4	„ 2357	„ 1090,2	— 1148	„ 1242
10	7,7	25,35	125,6	„ 2475,2	„ 1034,6	— 1511,1	„ 1207
11	9,3	25,5	124,6	„ 2665	„ 1218,4	— 1337	„ 1391
12	9,3 1/2	34,7	130,9	„ 2430	„ 653	— 2486	„ 865
13	9,5	25,1	126,7	„ 2392,4	„ 961,6	— 1566,8	„ 1133,6
14	10,8	35,6	134,7	„ 1966,4	„ 158,4	— 3033,6	„ 372,4
15	11, 1/2	28,6	132,9	„ 2179,6	„ 618,9	— 2135,4	„ 810,6
16	11,1	32,4	133,8	„ 3084,9	„ 1879,9	— 1611,1	„ 1588,9
17	11,2	36,2	135,6	„ 852,5	— 974,5	— 4203,5	— 756,5
18	11,10	36,95	139,6	„ 2331,7	+ 460,7	— 2811,3	+ 684,7
19	12, 1/2	33,225	142,6	„ 2920,5	„ 1194,5	— 1854,5	„ 1399,5
20	12,4	31,1	135,8	„ 2094,5	„ 445,5	— 2471,5	„ 643,5
21	12,5	36,4	149,4	„ 3379	„ 1547	— 1693	„ 1764
22	12,9	37	145,1	„ 3950	„ 2096	— 1179	„ 2320
23	12,11	41,5	148,1	„ 3450,9	„ 1451,9	— 2084,1	„ 1685,9
24	13,2 1/2	33,1	138.7	„ 1837,1	„ 116,1	— 2925,9	„ 317,1
25	13,3	64,2	162,2	„ 4670	„ 1994	— 2730	„ 2315
26	15,1 1/2	58	167,1	„ 4769	„ 2267	— 2153	„ 2567
27	15,9	46	158	„ 3380	„ 1230	— 1554	„ 1490
28	15,10	40,7	152,1	„ 2207	„ 231	— 3259,4	„ 468
29	16,3	58,2	158,1	„ 4456	„ 1948	— 2482	„ 2249
30	16,4 1/2	61,2	153,1	„ 3384	„ 794	— 3792	„ 1100
31	17,2	60,4	159,4	„ 3560	„ 1000	— 3545	„ 1304

ethoden von meiner direkten Messung.

Tabelle 2.

...oeltzner ...d Miwa in qcm	Lissauer in qcm	Bouchard in qcm	Du Bois, Du Bois (Höhe-Gewicht) in qcm	v. Pfaundler u. Kastner in qcm	Wörner in qcm
1833,8	+ 106	+ 1171,5	+ 655,3	+ 1403,59	+ 1280,9
1903	„ 826	„ 1352	„ 700	„ 191,7	„ 845,19
2001	„ 209,9	„ 1800,2	„ 1334,6	„ 1683,36	„ 1545,33
1896	„ 202	„ 1470	„ 1012	„ 1118,69	„ 1263,63
1651,8	— 260,7	„ 1156,6	„ 724,2	„ 896,57	„ 324,35
1557	— 38	„ 1386	„ 843	„ 841,91	„ 1189,71
2400	— 168	„ 2143	„ 1659	„ 1968,23	„ 2201,79
2366,4	— 360,3	„ 1758,3	„ 1300,8	„ 1944,46	„ 1454,26
1965,2	+ 217	„ 1806	„ 1077,4	„ 1648,18	„ 1516,94
1920,2	— 386	„ 2129,4	„ 1583,2	„ 1395,41	„ 2435,84
2746	— 133	„ 2290,9	„ 1701	„ 1701,24	„ 666,54
2565	— 497	„ 1632,6	„ 1122	„ 586,28	„ 1515,96
2508,4	— 537,8	„ 2121,4	„ 1589,4	„ 2606,02	„ 1935
2802,4	— 1208,6	„ 1262,4	„ 482,4	„ 1400,76	„ 1516,93
2192,6	— 1047,4	„ 1935,4	„ 1338,6	„ 585,36	„ 1353,16
3478,9	— 121,1	„ 2599,1	„ 1884,9	„ 2825,1	„ 2432,88
1063,5	— 2369,5	„ 183,7	639,5	— 555,7	— 7,69
2058,7	— 1172,3	„ 1778,9	+ 1270,7	+ 3392,4	+ 1617,65
3544,5	— 829,5	„ 2756,2	„ 2156,5	„ 1973,99	„ 2565,01
2372,5	— 1267,5	„ 1780,3	„ 1152,5	„ 1827,21	„ 1319,56
4420	— 751	„ 3285,7	„ 2715	„ 3229,7	„ 3129,44
3729	+ 95	„ 3624,1	„ 2964	„ 3008,76	„ 3377,02
4065,9	— 534,1	„ 3193,4	„ 2218,9	„ 2256,92	„ 2325,74
2367,1	— 1672,9	„ 1476,4	„ 855,1	„ 1049,12	„ 1017,14
5040	+ 457	„ 3402,6	„ 2170	„ 3322,8	„ 3490,82
5814	— 324	„ 4301	„ 3334	„ 4511,22	„ 4388,5
4515	— 1220	„ 3090	„ 2370	„ 3382,04	„ 3706,37
3241	— 2055,5	„ 1974,9	„ 1302	„ 2588,78	„ 1610,88
5046	+ 100	„ 3442,2	„ 2354	„ 3260,26	„ 3178,48
4554	— 416	„ 1948,5	„ 634	„ 1504,58	„ 847,34
5795	— 840	„ 2519	„ 1360	„ 1409,74	„ 2640,35

Prozentische Abweichung der verschiedenen Be-

Tabelle 3.

Fall	Alter	Nackt-gewicht	Länge	Vierordt-Meeh	Meeh und Constante von Lissauer	Maurel	Lassablière
1	2,8 1/2	16,5	99,9	+ 29,2 %	+ 11,2 %	— 20,7 %	+ 13,3 %
2	2,9	18,5	97,7	„ 35,5 „	„ 16,2 „	„ 16,8 „	„ 18,9 „
3	4, 1/2	16,6	105,5	„ 38,8 „	„ 19,4 „	„ 14,8 „	„ 21,8 „
4	4,1 1/2	15	99,6	„ 35,6 „	„ 16,7 „	„ 16,8 „	„ 18,9 „
5	4,2	16,8	104,5	„ 26,4 „	„ 8,8 „	„ 22,4 „	„ 10,9 „
6	4,3	18,9	107	„ 29,2 „	„ 11,2 „	„ 20,1 „	„ 13,3 „
7	5,8	21,9	120	„ 35,4 „	„ 16,5 „	„ 16,9 „	„ 18,8 „
8	5,10	19,6	115,3	„ 30,9 „	„ 12,6 „	„ 19,7 „	„ 14,8 „
9	6,7 1/2	20,9	111,4	„ 35	„ 16,2 „	„ 17,1 „	„ 18,5 „
10	7,7	25,35	125,6	„ 31,5 „	„ 13,2 „	„ 19,2 „	„ 15,4 „
11	9,3	25,5	124,6	„ 34,6 „	„ 15,8 „	„ 17,4 „	„ 18,1 „
12	9,3 1/2	34,7	130,9	„ 23,6 „	„ 6,3 „	„ 24,1 „	„ 8,4 „
13	9,5	25,1	126,7	„ 30,4 „	„ 12,2 „	„ 19,9 „	„ 14,4 „
14	10,8	35,6	134,7	„ 17,9 „	„ 1,4 „	„ 27,6 „	„ 3,4 „
15	11, 1/2	28,6	132,9	„ 24,2 „	„ 6,9 „	„ 23,7 „	„ 9 „
16	11,1	32,4	133,8	„ 34 „	„ 20,7 „	„ 17,7 „	„ 17,5 „
17	11,2	36,2	135,6	„ 7 „	— 7,9 „	„ 34,3 „	— 6,2 „
18	11,10	36,95	139,6	„ 21,8 „	+ 4,3 „	„ 26,2 „	+ 6,4 „
19	12, 1/2	33,225	142,6	„ 30,9 „	„ 12,6 „	„ 19,6 „	„ 14,8 „
20	12,4	31,1	135,8	„ 21,5 „	„ 4,6 „	„ 25,4 „	„ 6,6 „
21	12,5	36,4	149,4	„ 33,8 „	„ 15,8 „	„ 17,3 „	„ 18,1 „
22	12,9	37	145,1	„ 42,3 „	„ 22,4 „	„ 12,6 „	„ 24,8 „
23	12,11	41,5	148,1	„ 31,7 „	„ 13,3 „	„ 19,1 „	„ 15,5 „
24	13,2 1/2	33,1	138,7	„ 17,5 „	„ 1,1 „	„ 27,9 „	„ 3 „
25	13,3	64,2	162,3	„ 32,2 „	„ 13,7 „	„ 18,8 „	„ 15,9 „
26	15,1 1/2	58	167,1	„ 36,2 „	„ 17,2 „	„ 16,4 „	„ 19,5 „
27	15,9	46	158	„ 28,2 „	„ 10,3 „	„ 21,3 „	„ 12,4 „
28	15,10	40,7	152,1	„ 18,5 „	„ 1,9 „	„ 27,3 „	„ 3,9 „
29	16,3	58,2	158,1	„ 33 „	„ 14,4 „	„ 18,4 „	„ 16,6 „
30	16,4 1/2	61,2	153,1	„ 22,3 „	„ 5,2 „	„ 24,9 „	„ 7,2 „
31	17,2	60,4	159,4	„ 24 „	„ 6,7 „	„ 23,9 „	„ 9 „

chnungsmethoden von meiner direkten Messung

Tabelle 3.

toeltzner nd Miwa	Lissauer	Bouchard	Du Bois Du Bois	v. Pfaundler u. Kastner	Wörner
−30,5 %	+ 1,7 %	+19,5 %	+10,9 %	+23,4 %	+21,3 %
30,8 „	„ 13,4 „	„ 21,9 „	„ 11,3 „	„ 3,1 „	„ 13,7 „
35,7 „	„ 3,7 „	„ 32,1 „	„ 23,8 „	„ 30 „	„ 27,5 „
35,3 „	„ 3,8 „	„ 27,4 „	„ 18,8 „	„ 20,8 „	„ 23,5 „
26,6 „	— 4,2 „	„ 18,6 „	„ 11,7 „	„ 14,4 „	„ 5,2 „
23,7 „	— 0,6 „	„ 21,1 „	„ 12,8 „	„ 12,8 „	„ 18,1 „
34,7 „	— 2,4 „	„ 31 „	„ 23,9 „	„ 28,4 „	„ 31,8 „
35,6 „	— 5,4 „	„ 26,4 „	„ 19,6 „	„ 29,2 „	„ 21,9 „
29,2 „	+ 3,2 „	„ 26,9 „	„ 16 „	„ 24,5 „	„ 22,6 „
24,5 „	— 4,9 „	„ 27,1 „	„ 20,2 „	„ 17,7 „	„ 31 „
35,6 „	— 1,7 „	„ 29,7 „	„ 22,1 „	„ 22,1 „	„ 8,7 „
24,9 „	— 4,8 „	„ 15,8 „	„ 10,9 „	„ 5,7 „	„ 14,7 „
31,9 „	— 6,8 „	„ 27 „	„ 20,2 „	„ 33,1 „	„ 24,6 „
25,5 „	—11 „	„ 11,5 „	„ 44 „	„ 12,8 „	„ 13,8 „
24,3 „	—11,6 „	„ 21,5 „	„ 14,9 „	„ 6,5 „	„ 15 „
38,3 „	— 1,3 „	„ 28,6 „	„ 20,8 „	„ 31,1 „	„ 26,8 „
8,7 „	—19,4 „	„ 1,5 „	— 5,2 „	— 4,5 „	— 0,1 „
19,2 „	—11 „	„ 16,6 „	+11,9 „	+31,7 „	+15,1 „
37,5 „	— 8,8 „	„ 29,1 „	„ 22,8 „	„ 20,9 „	„ 27,1 „
24,4 „	—13 „	„ 18,3 „	„ 11,8 „	„ 18,8 „	„ 13,6 „
45,3 „	— 7,7 „	„ 33,6 „	„ 27,8 „	„ 33,1 „	„ 32 „
40 „	+ 1 „	„ 38.8 „	„ 31,7 „	„ 32,2 „	„ 36,1 „
37,3 „	— 4,9 „	„ 29,3 „	„ 20,4 „	„ 20,7 „	„ 21,4 „
22,5 „	—16 „	„ 14,1 „	„ 8,1 „	„ 10 „	„ 9,7 „
34,5 „	+ 3,1 „	„ 23,4 „	„ 14,9 „	„ 22,9 „	„ 24 „
44,2 „	— 2,5 „	„ 32,7 „	„ 25,3 „	„ 34,3 „	„ 33,3 „
37,7 „	—10,2 „	„ 25,8 „	„ 19,8 „	„ 28,2 „	„ 30,9 „
27,1 „	—17,2 „	„ 16,4 „	„ 10,9 „	„ 21,7 „	„ 13,5 „
37,3 „	+ 0,7 „	„ 25,5 „	„ 17,4 „	„ 24,1 „	„ 23,5 „
30 „	— 2,7 „	„ 12,8 „	„ 4,2 „	„ 9,9 „	„ 5,6 „
32,3 „	— 5,7 „	„ 17 „	„ 9,2 „	„ 9,5 „	„ 17,8 „

Prozentische Abweichung der Berechnungsmethoden von der direkten Messung.

Tabelle 4.

Methode	Variationsbreite der Abweichung in %	Durchschnittl. Abweichung in %
Vierordt-Meeh	von + 6,96% bis + 42,29%	+ 28,79 %
Vierordt-Meeh u. Constante v. Liss.	von — 7,95 bis + 22,44	+ 10,99 %
Maurel	von —12,62% bis — 27,86%	— 20,92 %
Lassablière	von — 6,18% bis + 24,84%	+ 13,02 %
Stöltzner u. Miwa	von 8,68% bis + 45,26%	+ 31,12 %
Lissauer	von +13,36% bis — 19,35%	— 4,66 %
Bouchard	von + 1, 5% bis + 38, 8%	+ 23,28 %
Du Bois Du Bois	von — 5,22% bis + 43,91%	+ 17,19 %
v. Pfaundler	von — 4,54% bis + 34,26%	+ 20,26 %
Wörner	von — 0,06% bis + 36,15%	+ 20,12 %

Im einzelnen ist zu den Methoden Folgendes zu sagen:

1—4) Die Meeh'sche Formel und ihre Modifikationen. Die Erfahrung hat gezeigt, daß es unzulässig ist, die Oberfläche nur vom Gewicht abhängig machen zu wollen. Ich hatte oft genug zwei Mädchen vor mir, die ungefähr das gleiche Gewicht, aber ganz verschiedene Körperformen besaßen, und die daher auch große Unterschiede in den Oberflächenwerten aufwiesen. Am weitesten entfernen sich von den wirklichen Werten die nach der alten Vierordt-Meeh'schen Formel berechneten. Die durchschnittliche Abweichung beträgt + 28,79%. In 17 Fällen, also in mehr als der Hälfte, beträgt die Abweichung mehr als 30%, in einem Fall sogar über 40%! Alle Werte liegen viel zu hoch. Meine Ergebnisse stimmen darin mit denen aller neueren Autoren überein.

Um die Meeh'sche Formel zu verbessern, waren verschiedentlich niedrigere Konstanten vorgeschlagen worden. Es sei hier

daran erinnert, daß Meeh selbst wenigstens für junge Kinder eine niedrigere Konstante versucht hatte. Von den drei von mir geprüften Modifikationen der Meeh'schen Formel schließt die von Maurel (Konstante = 7,35) weit über das Ziel hinaus. Die nach ihr berechneten Werte sind alle zu klein, im Durchschnitt um mehr als 20%. Am besten bewährte sich die Formel mit der Konstante von Lissauer (10,3), doch sind die danach berechneten Werte im Durchschnitt immer noch um 10,99% zu groß. Die Formel mit der Konstante von Lassabière weist einen Durchschnittsfehler von + 13,02% auf.

5) Die Formel von Stoeltzner und Miwa. Diese Formel sollte eine Verbesserung der Meeh'schen Formel sein, sie hat sich aber praktisch nicht bewährt. Obwohl außer dem Gewicht auch noch Länge und Brustumfang benutzt werden, sind die Resultate nnch schlechter als die der Meeh'schen Methode, dazu kommt die Umständlichkeit der Berechnung. Schon v. Pfaundler hatte auf die Ungenauigkeit der Methode hingewiesen. Die nach Stoeltzner und Miwa berechneten Oberflächenwerte weichen bei den Kindern bis zu $9\frac{1}{2}$ Jahren nicht so wesentlich von den Meeh'schen Zahlen ab, bei den älteren Mädchen jedoch sind ihre Resultate noch ungünstiger. Durchschnittlich sind ihre Zahlen um 31,12% zu groß. In zwei Fällen betrug der Fehler mehr als 40%, in 18 Fällen mehr als 30%. Nur in einem Fall war der Fehler etwas kleiner als 10%. Die Methode von Stoeltzner und Miwa muß als die unbrauchbarste von allen bezeichnet werden.

6) Die Formel von Lissauer. Sie hat, wie schon erwähnt, bei weitem die besten Resultate ergeben, ist also, solange wir keine genauer arbeitende Formel besitzen, unbedingt die Methode der Wahl. In 17 Fällen, also in mehr als der Hälfte, war der Fehler kleiner als $\mp$ 5%. Nur in 8 Fällen war er größer als $\mp$ 10%, in 3 Fällen größer als $\mp$ 15%, aber unter 20%. Für die meisten praktischen Zwecke dürfte eine solche Genauigkeit ausreichend sein. Ich habe mir auch die Frage vorgelegt, ob es möglich wäre, durch Änderung der Konstante die Lissauersche Formel zu verbessern, oder ob es empfehlenswert wäre, für ältere und jüngere Kinder verschiedene Konstanten anzuwenden. Ich mußte diese Änderungsversuche aber aufgeben. Zur Beantwortung der ersten Frage ist mein Material noch zu klein und vor allen Dingen zu heterogen zusammengesetzt. Man müßte für jeden Konstitutionstyp eine besondere Konstante haben! Selbst wenn ich eine

neue Konstante berechnen würde, die für meine 31 Fälle durchschnittlich noch bessere Resultate gäbe, so wüßte ich doch nicht, ob ich damit wirklich eine allgemeingültige Verbesserung eingeführt hätte. Dieser Frage wird man erst näher treten können, wenn wir erst mal über ein wirklich großes Material von genauen Messungen verfügen. Auf die zweite Frage, ob für verschiedene Altersstufen verschiedene Konstanten zu verwenden wären, geben meine Zahlen keine eindeutige Antwort. Bei jüngeren und älteren Kindern sind relativ genaue Werte und einzelne stärkere Abweichungen gemischt.

7) Formel von Bouchard. Sie bleibt auch dann, wenn man nach Faillie's Vorschlag einen Abacus benutzt, ziemlich umständlich. Trotzdem sind ihre Ergebnisse um durchschnittlich 23,28% zu groß! In 20 Fällen lag der Fehler über 20% und in 5 Fällen über 30%. Es dürfte diese Methode praktisch ohne Wert sein.

8) Höhe-Gewichts-Formel von Du Bois und Du Bois. Die Autoren benutzen ebenso wie Lissauer Körpergröße und Gewicht für die Oberflächenmessung. Ihre Formel bietet aber mehr Berechnungsschwierigkeiten, die Ergebnisse sind dabei ungenauer. Für mein Kindermaterial waren die berechneten Werte um durchschnittlich 17,19% zu hoch. Die Variationsbreite der Fehler: — 5,22% bis + 43,91% ist überraschend groß, viel größer als bei irgendeiner anderen Methode. Es könnte wohl sein, daß die Du Bois'sche Formel bei amerikanischen Kindern bessere Resultate ergibt; für deutsche Kinder ist sie nicht brauchbar.

9 u. 10) Die Verfahren von v. Pfaundler-Kastner und von Wörner. Diese beiden unabhängig voneinander entstandenen, aber einander sehr ähnlichen Methoden, erfordern eine Menge Messungen und Berechnungen, sie sind ziemlich mühsam und zeitraubend. Auch erscheint es mir nach meinen Beobachtungen reichlich gewagt, die Körperoberfläche aus geraden Zylinder- und Kegelstumpfmänteln bestehend anzunehmen. Dazu ist der menschliche Körper doch viel zu formenreich gebaut. Es ist nach den Angaben von v. Pfaundler und Kastner dem Augenmaß überlassen, die Höhe der einzelnen Glieder, in der sie ihren mittleren Umfang erreichen, zu schätzen. Dadurch entstehen aber sicher schon große Fehler. Dann möchte ich auch bezweifeln, daß es richtig ist, den Kopf als Kugeloberfläche auszuwerten; die Kopfform weicht oft sehr erheblich von der Kugelform ab. Und wenn behauptet wird, daß die nicht gewerteten Oberflächen der Finger- und Zehenkuppen

durch den mitgewerteten Teil des Halsansatzes ausgeglichen werden, so möchte ich mich auch dagegen aussprechen. Gerade bei Kindern machen die Zehen- und Fingerkuppen nur wenige Quadratzentimeter aus, während der Halsansatz darin eine beträchtliche Anzahl erreicht, da bei Kindern der Hals im Verhältnis zum übrigen Körper sehr umfangreich ist. — Auch Wörner wertet Rumpf und Extremitäten als Kegelstumpfe. Seine Berechnung ist dadurch etwas einfacher, daß beim Bein von der Stelle dicht unter der Glutaealfalte bis zur Stelle über dem Fußknöchel die Oberfläche als die eines Kegelstumpfmantels betrachtet wird, und ebenso am Arm, der auch als Ganzes vom Deltoideus bis zur Fingerspitze gewertet wird. Betrachten wir nun die Ergebnisse der beiden Methoden, so zeigt sich, daß beide mit einem durchschnittlichen Fehler von mehr als 20% arbeiten, auch ist die Variationsbreite der Fehler ziemlich groß. Die nach beiden Methoden berechneten Oberflächenwerte sind ungefähr gleich groß, doch kommen gelegentlich auch überraschend große Differenzen vor, so in den Fällen 2, 6, 10, 11, 12, 15, 18 und 31.

Es mag wohl sein, daß beide Methoden in der Hand ihrer Erfinder bessere Resultate gaben. Es wird hier zuviel mit Maßen gearbeitet, die nicht von jedem Untersucher ohne viel Nachdenken einfach exakt gemessen werden können, sondern es ist der subjektiven Erfahrung des Untersuchers zu viel Spielraum gelassen. Eine Methode hat aber nur dann praktischen Wert, wenn jeder Untersucher, auch der, der sich nicht durch direkte genaue Messungen kontrollieren kann, ohne weiteres damit arbeiten und gute Resultate erzielen kann.

E. Schluß.

Die Aufgabe, die ich mir gestellt hatte: Darstellung aller bisherigen Messungs- und Berechnungsmethoden für die Körperoberfläche und ihre kritische Nachprüfung auf Grund eigener Messungen, ist hiermit beendet. Ich fasse die Ergebnisse noch einmal kurz zusammen:

1) Die direkte Messung der Körperoberfläche mit dem Apparat von Bordier ist einfach und sicher; sie ist außerordentlich viel einfacher und wahrscheinlich auch genauer als die sonst meist üblichen Beklebemethoden. Institute und Kliniken, in denen für wissenschaftliche Zwecke Körperoberflächenbestimmungen gemacht

werden, können sich den Apparat von einem geschickten Mechaniker leicht anfertigen lassen und an einer Oberfläche von bekannter Größe genau eichen. Man kann ihn auch mit einer selbsttätigen Registriervorrichtung versehen lassen nach Art der Kurvimeter, die zum Entfernungsmessen auf Landkarten benutzt werden. Das bleibt letzten Endes nur eine Geldfrage.

2) Alle bisher angegebenen Berechnungsmethoden werden den konstitutionellen Verschiedenheiten der Kinder nicht gerecht; ihre Anwendung ist daher ganz unsicher, z. T. arbeiten sie mit sehr großen Fehlern. Bei weitaus am besten bewährt hat sich die Formel von Lissauer $0 = 37 \frac{G}{L}$, bei mehr als der Hälfte der Fälle war für mein Material der Berechnungsfehler kleiner als 5%.

3) Auch die Methoden, bei denen die einzelnen Körperteile als stereometrische Körper angesehen werden, deren Teiloberflächen aus Umfang und Höhe bestimmt und zuletzt zusammengezählt werden, um die Gesamtoberfläche zu ergeben (v. Pfaundler-Kastner, Wörner), haben sich nicht bewährt. Sie sind umständlich, zeitraubend und arbeiten trotzdem im Durchschnitt mit großen Fehlern.

4) Die von mir gemessenen 31 Mädchen stellen die vollständigste Untersuchungsreihe dar, die bisher in der Literatur existiert. Mit Ausnahme der Säuglingszeit sind alle Altersstufen vertreten. Für die anthropologische Auswertung freilich und für die Untersuchung der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Oberfläche und anderen Körpermaßen ist das Material noch zu klein, auch ist es für solche Zwecke nicht konstitutionell einheitlich genug.

Am Ende meiner Ausführungen möchte ich Herrn Professor Dr. Pfuhl für die Zuweisung der Arbeit, für Anregungen zu ihrer Durchführung, sowie für die Übernahme des Referates meinen besten Dank aussprechen.

Quellenverzeichnis.

Francis G. Benedict and Fritz B. Talbot: Metabolism and growth from birth to puberty. Washington 1921.

Bouchard: Traité de pathologie général. III, 1. 1900.

Camerer: Der Stoffwechsel des Kindes, Tübingen 1896.

Du Bois — Du Bois: 1) The measurement of the surface area of man. The Archives of Intern. Meditine, Volume XV. Chicago 1915. Clinical Calorimetry, fifth Paper. New York.

2) Further measurements of the surface area of adults and children. The Archives of Intern. Medicine, Vol. 17. 1916. Clinical Calorimetry, ninth Paper.

Edelstein: Energiehaushalt und Ernährung. Neue Probleme. Sammelreferat. Centralblatt für die gesamte Kinderheilkunde 1920.

Faillie: Measurement of the body surface in men and in women'. Arch. of intern. medic. Vol. 35 1925.

Feldman and Umanski: The Nomogram as a means of calculating the surface area of the living human body. Lancet bd. 202, nr. 6. 1922.

Frontali: Clinica pediatrica, della R. Universita di Cagliari· Misu razioni dirette di superficie corporea nel bambino. Febr. 1927.

Fubini und Ronchi: Über die Perspiration der Kohlensäure beim Menschen. Moleschott Bd. XII, 1878.

Funke: Beiträge zur Kenntnis der Schweißsekretion. Moleschott's Untersuchungen 4. 1858.

Gundobin: „Die Besonderheiten des Kindesalters". Deutsche autorisierte und revidierte Ausgabe von Dr. med. S. Rubinstein. Berlin, allgem. mediz. Verlagsanstalt 1921.

Krause: Artikel „Haut" in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie Braunschweig 1844.

Lassablière: „Évaluation de la surface cutanée chez le jeune enfant (Procédés nouveaux.) Comptes rendus de la Société de Biologie 62, 1910, 1.

Lissauer: „Über Oberflächenmessungen an Säuglingen und ihre Bedeutung für den Nahrungsbedarf." Jahrbuch für Kinderheilkunde 58 III. Folge Bd. 8, 1903.

Maurel: „Adaptation de la section thoracique à la surface cutanée, par rapport au poids, depuis la naissance jusqu'à l' âge adulte." Comptes rendus de la Société de Biologie. Année 56, 1. 1904.

Meeh: „Oberflächenmessung des menschlichen Körpers". Zeitschrift für Biologie Bd. XV 1879.

Miwa und Stoeltzner: „Bemerkungen über die Bestimmung der Körperoberfläche des Menschen" Zeitschrift für Biologie Bd. 36, neue Folge 18, 1898.

Oppenheimer: „Über das Verhältnis des Nahrungsbedarfes zu Körpergewicht und Körperoberfläche bei Säuglingen Zeitschrift für Biologie 42. 1901.

v. Pfaundler: Körpermaßstudien an Kindern, Berlin 1916.

Valentin: Nachträge zur 2. Auflage vom Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Anhang Nr. 191. Braunschweig 1851.

Wörner: „Die Oberfläche des menschlichen Körpers". Zeitschr. für d. ges. exp. Med. Bd. 33, H. 3/6. 1923.

Lebenslauf.

Am 20. August 1902 wurde ich als Tochter des Seminarlehrers in Berlin Otto Biastoch und seiner Ehefrau Ida geb. Köhn zu Seedorf Kreis Grimmen geboren. Von 1908 bis 1912 besuchte ich die Kgl. Augusta-Schule in Berlin. Im September siedelten meine Eltern nach Stettin über. Hier besuchte ich bis 1915 die Kaiserin Auguste-Viktoria-Schule und bis 1921 die Studienanstalt realgymnasialer Richtung, wo ich im Februar die Reifeprüfung bestand. April 1922 legte ich nach einjährigem Besuch der Seminarklasse die Lehrerinnenprüfung ab. Ich studierte zunächst ein Semester in Heidelberg, dann vier in Greifswald, wo ich am 25. Juli 1924 die medizinische Vorprüfung bestand. Nach weiteren 5 Semestern die beiden ersten davon in München, die übrigen drei in Greifswald, bestand ich im Juli 1927 das medizinische Staatsexamen. Vom 12. August bis 12. November 1927 war ich als Medizinalpraktikantin am Anatomischen Institut in Greifswald tätig, dann in Stettin am Städtischen Krankenhaus innere Abteilung unter Leitung von Professor Dr. Neisser.